

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2012 年 11 月 15 日 (15.11.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/151932 A1

- (51) 国际专利分类号:
G07B 15/06 (2011.01) H04B 17/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/082571
- (22) 国际申请日: 2011 年 11 月 21 日 (21.11.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110205580.4 2011 年 7 月 21 日 (21.07.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 张恺 (ZHANG, Kai) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 曾祥希 (ZENG, Xiangxi) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 李延波 (LI, Yanbo) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技

术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 金磊 (JIN, Lei) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 吴明远 (WU, Mingyuan) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理事务所(普通合伙) (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR VERTICAL POSITIONING

(54) 发明名称: 一种纵向定位的方法及装置

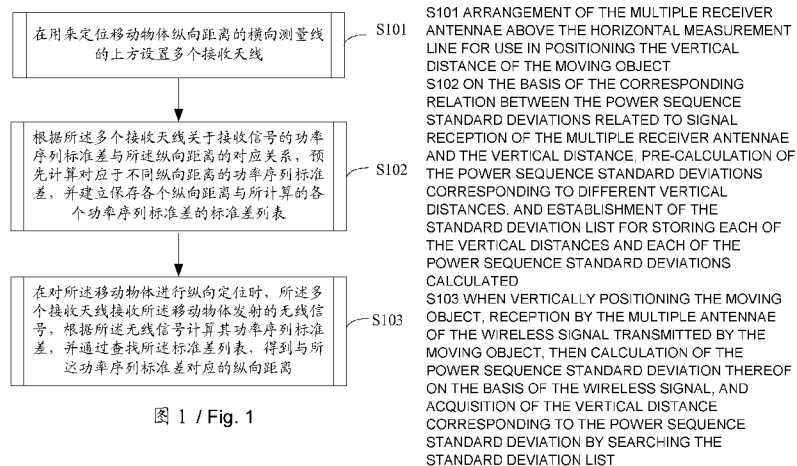


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed are a method and device for vertical positioning. The method comprises: arranging multiple receiver antennae above a horizontal measurement line for use in positioning the vertical distance of a moving object; on the basis of the corresponding relation between power sequence standard deviations related to signal reception of the multiple receiver antennae and the vertical distance, pre-calculating the power sequence standard deviations corresponding to different vertical distances, and establishing a standard deviation list for storing each of the vertical distances and each of the power sequence standard deviations calculated; when vertically positioning the moving object, the multiple receiver antennae receiving a wireless signal transmitted by the moving object, then calculating a power sequence standard deviation thereof on the basis of the wireless signal, and by searching the standard deviation list, acquiring the vertical distance corresponding to the power sequence standard deviation. By pre-calculating the standard deviations corresponding to the different vertical distances, the present invention solves the problem of vertical positioning having great amount of calculations, complex algorithm, and requiring extended period of time.

[见续页]



WO 2012/151932 A1

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该修改后将重新公布(细则 48.2(h))。
- 根据申请人的请求, 在条约第 21 条(2)(a)所规定的期限届满之前进行。

(57) **摘要:**

本发明公开了一种纵向定位的方法及装置, 该方法包括: 在用来定位移动物体纵向距离的横向测量线的上方设置多个接收天线; 根据所述多个接收天线关于接收信号的功率序列标准差与所述纵向距离的对应关系, 预先计算对应于不同纵向距离的功率序列标准差, 并建立保存各个纵向距离与所计算的各个功率序列标准差的标准差列表; 在对所述移动物体进行纵向定位时, 所述多个接收天线接收所述移动物体发射的无线信号, 根据所述无线信号计算其功率序列标准差, 并通过查找所述标准差列表, 得到与所述功率序列标准差对应的纵向距离。本发明通过预先计算不同纵向距离对应的标准差, 解决了纵向定位计算量较大、算法复杂、所需时间较长的问题。

一种纵向定位的方法及装置

技术领域

本发明涉及通信领域，特别涉及一种纵向定位的方法及装置。

背景技术

5 自由流电子收费方式是在没有物理隔离设备的收费公路上，应用电子收费技术自动完成对多条车道上自由行驶的车辆进行收费处理的方式。在此方式下车辆可以自由行驶，通行能力高，是城市拥堵收费所采用的基本形式。

 路侧设备和车载设备是自由流系统的核心设备，当装有车载设备的车辆通过路侧设备的区域时，路侧设备与车载设备进行通信，路侧设备读取车载设备的信息，获取车辆的 ID (Identity, 身份标识)、车型、车牌等信息，对合法车辆进行费用收取等操作，如果车辆为非法车辆，路侧设备的联动抓拍系统对车辆进行抓拍，以便后续对非法车辆进行罚款稽查等操作。

 自由流系统需要解决的一个问题就是跟车问题，当在路侧设备的交易区域中能前后同时容纳两辆以上的车辆时，如果其中有一辆车是合法车辆，15 另一辆是非法车辆，那么系统就不能区分合法和非法车辆而造成非法车辆的逃费。因此自由流系统对路侧设备的交易区域的宽度一般都是有所限制的，考虑到车体长度和跟车距离，通常要求交易区域限制在 4 米以内。

 对于路侧设备交易区域的限制，通常的做法是调整路侧设备的天线的发射功率和角度，尽可能的使天线的覆盖范围限制在希望的范围之内。但是20 这样的方法不能保证交易范围的准确，因为，一方面由于天线存在旁瓣等因素，不可能将天线的覆盖范围精确的控制，另一方面由于车载单元个体的差异，灵敏度会存在不同，导致了通行距离的不同，从而导致车载单

元有可能在希望的交易区域外可以与路侧单元进行交易。

因此，除了单纯的调整天线的功率和角度外，还需要有其他方法来保证交易范围，一个解决办法就是获知车辆与天线的纵向距离，当车辆在希望的交易区域外时，即使响应了路侧单元的信号也不进行通信。这样就需
5 要有获得车辆与天线纵向距离的方法，已有的一些方法一般是根据收到的 RSSI (Received Signal Strength Indication, 接收信号强度指示) 直接计算出距离，有的算法还可以计算出方位，但是这些方法大部分计算量较大，算法复杂，或计算所需的时间较长，有的还需要 DSP (Digital Signal Processing, 数字信号处理) 芯片的辅助。

10 发明内容

本发明的目的在于提供一种纵向定位的方法及装置，能更好地解决纵向定位方法计算量较大、算法复杂、有的还需要 DSP 芯片辅助的问题。

根据本发明的一个方面，提供了一种纵向定位的方法，所述方法包括以下步骤：

15 步骤 A、在用来定位移动物体纵向距离的横向测量线的上方设置多个接收天线；

步骤 B、根据所述多个接收天线关于接收信号的功率序列标准差与所述纵向距离的对应关系，预先计算对应于不同纵向距离的功率序列标准差，并建立保存各个纵向距离与所计算的各个功率序列标准差的标准差列表；

20 步骤 C、在对所述移动物体进行纵向定位时，所述多个接收天线接收所述移动物体发射的无线信号，根据所述无线信号计算对应的功率序列标准差，并通过查找所述标准差列表，得到与所述功率序列标准差对应的纵向距离。

其中，所述纵向距离是所述移动物体相对于测量线的垂直距离。

25 其中，所述步骤 B 包括：

步骤 B1、计算各个接收天线对应于不同纵向距离的天线增益和空间衰减；

步骤 B2、根据所述各个接收天线的天线增益和空间衰减计算各个接收天线的接收功率；

5 步骤 B3、归一化处理所述各个接收天线的接收功率并计算归一化功率序列标准差。

其中，所述步骤 B 在计算天线增益和空间衰减之前还包括：

步骤 B01、建立标准差列表；

10 步骤 B02、将所述不同纵向距离及其对应的已计算出的归一化功率序列标准差保存在所述标准差列表中。

其中，所述步骤 B1 包括：

计算所述各个纵向距离对应的物体与各个接收天线中心线的夹角，并根据所述夹角查询天线方向图得到各个接收天线对应于不同纵向距离的天线增益。

15 其中，所述步骤 C 包括：

步骤 C1、在对所述移动物体进行纵向定位时，所述多个接收天线接收所述移动物体发射的无线信号，并计算接收信号强度指示 RSSI；

步骤 C2、将所述各个接收天线的 RSSI 转化为功率，并对所述各个接收天线的功率归一化处理，计算归一化功率序列的标准差；

20 步骤 C3、根据所述归一化功率序列的标准差查找所述标准差列表，得到与所述归一化功率序列标准差对应的纵向距离。

根据本发明的另一方面，提供了一种纵向定位的装置，所述装置包括：

多个接收天线，设置在定位移动物体纵向距离的横向测量线的上方，用于接收所述移动物体发射的无线信号；

25 预先设置模块，用于利用所述多个接收天线关于接收信号的功率序列

标准差与所述纵向距离的对应关系，预先计算对应于不同纵向距离的功率序列标准差，并建立保存各个纵向距离与所计算的各个功率序列标准差的标准差列表；

5 控制器，用于根据所述无线信号计算其功率序列标准差，并通过查找所述标准差列表，得到与所述功率序列标准差对应的纵向距离。

其中，所述预先设置模块包括：

增益和衰减计算单元，用于计算各个接收天线对应于不同纵向距离的天线增益和空间衰减；

10 功率计算单元，用于根据所述各个接收天线的天线增益和空间衰减计算各个接收天线的接收功率；

标准差计算单元，用于归一化处理所述各个接收天线的接收功率并计算归一化功率序列标准差。

其中，所述控制器还包括：

15 存储单元，用于存储所述不同纵向距离及其对应的已计算出的归一化功率序列标准差。

其中，所述预先设置模块还用于计算不同纵向距离对应的物体与各个接收天线中心线的夹角，并根据所述夹角查询天线方向图得到所述各个接收天线的天线增益。

与现有技术相比较，本发明的有益效果在于：

20 测量纵向距离的算法简单、计算量小。

不仅可以应用于自由流系统，还可以应用于其他需要获得信源纵向距离的场合。

附图说明

图 1 是本发明实施例提供的一种纵向定位方法的原理图；

25 图 2 是本发明实施例提供的初始化流程的示意图；

图 3 是本发明实施例提供的一种纵向定位系统的组成示意图;

图 4 是本发明实施例提供的距离定位流程的示意图;

图 5 是本发明实施例提供的天线阵天线接收功率实测图;

图 6 是本发明实施例提供的计算不同纵向距离的标准差的流程图;

5 图 7 是本发明实施例提供的 L-S 坐标图;

图 8 是本发明实施例提供的一种纵向定位装置的结构示意图。

具体实施方式

以下结合附图对本发明的优选实施例进行详细说明,应当理解,以下所说明的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

10 图 1 是本发明实施例提供的一种纵向定位方法的原理图,如图 1 所示,所述方法包括以下步骤:

步骤 S101,在用来定位移动物体纵向距离的横向测量线的上方设置多个接收天线;

15 步骤 S102,根据所述多个接收天线关于接收信号的功率序列标准差与所述纵向距离的对应关系,预先计算对应于不同纵向距离的功率序列标准差,并建立保存各个纵向距离与所计算的各个功率序列标准差的标准差列表;

步骤 S103,在对所述移动物体进行纵向定位时,所述多个接收天线接收所述移动物体发射的无线信号,根据所述无线信号计算其功率序列标准差,并通过查找所述标准差列表,得到与所述功率序列标准差对应的纵向距离。

20 本发明实施例提供的一种定位纵向方法的流程分为初始化流程和距离定位流程两部分。

图 2 是本发明实施例提供的初始化流程的示意图,如图 2 所示,初始化流程包括以下步骤:

步骤 S201,初始化系统参数。

25 初始化系统参数,包括天线挂高 h , 天线距离 m , 定位精度, 信号频率

f, 其中, h 为 6 米, m 为 0.95 米, f 为 5.8GHz, 定位精度为 $m/2$, 有效通信区域为纵向距离 5-8 米。

例如在图 3 中, 每车道设置 5 个接收天线 R1、R2、R3、R4、R5, 假设信源 S 位于 A 点, A 的横坐标 X 与 R3 最为接近, 即偏移量 k 小于等于 $m/2$ 。

5 以车道中心即 R3 在地面的投影为原点, 以车道的行驶方向为纵轴, 以天线在地面的投影形成的直线即测量线为横轴, 天线 R1、R2、R3、R4、R5 分别设置在 -1.9m、-0.95m、0m、0.95m、1.9m 的横轴上。其中, 纵向距离是所示信源与天线阵在地面上投影的距离 L, 测量线是天线阵地在地面上的投影。

10 步骤 S202, 计算对应于不同纵向距离的标准差。

假设信号从信源发射出的功率值为 P_0 , 则经过天线接收后的功率值 P_n 为: $P_n = P_0 (G_n - D_n)$ 。其中 G 为接收天线的增益, D 为信号在自由空间的衰减。G 与天线和信源的夹角有关, 通过计算天线与信源的夹角并查询天线方向图, 即可得到 G; 而 D 与信号频率和信源与天线的直线距离有关, 15 可以给定一个频率, 通过计算天线与信源的直线距离得到这个频率下信号在自由空间的衰减。可见, 只要知道天线与信源的夹角和直线距离就可以得到接收功率 P_n 。

首先, 计算信源与天线 R_n 的夹角 α_n ($n=1, 2, 3, 4, 5$), 如图 3 所示, α_n 的计算公式为:

$$20 \quad \alpha_1 = \cos^{-1}(\sqrt{L^2 + h^2} / \sqrt{[2m + k]^2 + L^2 + h^2})$$

$$\alpha_2 = \cos^{-1}(\sqrt{L^2 + h^2} / \sqrt{[m + k]^2 + L^2 + h^2})$$

$$\alpha_3 = \cos^{-1}(\sqrt{L^2 + h^2} / \sqrt{k^2 + L^2 + h^2})$$

$$\alpha_4 = \cos^{-1}(\sqrt{L^2 + h^2} / \sqrt{[m - k]^2 + L^2 + h^2})$$

$$\alpha_5 = \cos^{-1}(\sqrt{L^2 + h^2} / \sqrt{[2m - k]^2 + L^2 + h^2})$$

当 k 、 m 、 h 都是常数时， L 越大， α_n 越趋近于 0，各 α_n 之间的差距越小，即信源的纵向距离越近，信源与天线阵不同天线之间的夹角差越大，天线阵不同天线之间的增益差值也就越大，反之也成立。同时在精度为 $m/2$ 的情况下，可以认为射频标签横坐标位于接收到最大功率的天线的坐标上，即 $k=0$ 。因此 α_n 仅与纵向距离 L 有关。

然后，计算信源到天线 R_n 的直线距离 L_n 。如图 3 所示， L_n 的计算公式为：

$$L1 = \sqrt{[2m + k]^2 + L^2 + h^2}$$

$$L2 = \sqrt{[m + k]^2 + L^2 + h^2}$$

$$10 \quad L3 = \sqrt{k^2 + L^2 + h^2}$$

$$L4 = \sqrt{[m - k]^2 + L^2 + h^2}$$

$$L5 = \sqrt{[2m - k]^2 + L^2 + h^2}$$

类似于 α_n ，当 k 、 m 和 h 都是常数时，信源离天线阵的纵向距离越近，天线阵中各天线接收到的信号差距越大。同样，在精度为 $m/2$ 的情况下，可以认为射频标签横坐标位于接收到最大功率的天线的坐标上，即 $k=0$ 。因此天线与信源的直线距离 L_n 也仅与纵向距离 L 有关。

这样，接收功率 P_n 就可以表示为 $P_n = P_0(G(L) - D(L)) = P_0 * G_n(L)$ ，可见此时的各天线接收信号功率序列除了跟纵向距离有关外，还和发射功率 P_0 有关，因此对功率序列进行归一化处理从而去掉 P_0 的影响，则接收到的归一化功率为： $P_n(L) = G_n(L) / \sum_{n=1}^N G_n(L)$ ，可见归一化功率只与纵向距离 L 有关。因此，归一化功率的标准差 $\sqrt{S} = \sqrt{\sum_{n=1}^N (P_n(L) - 1/N)^2 / N}$ 也与纵向距离 L 一一对应。

根据上述分析及公式，计算出不同纵向距离 L 的标准差值。

步骤 S203, 将得到的标准差制成表格存储在控制器的内存中。

将计算出的标准差值制成与 k 和纵向距离相关的二维表格即标准差列表, 并将标准差列表存储在控制器的内存中。

图 4 是本发明实施例提供的距离定位流程的示意图, 当信源距离天线阵越近, 各天线收到的信号之间的差值就会越大, 如图 5 所示, 而各天线收到的信号功率序列的标准差恰恰反映了这种波动, 如果各天线收到的信号功率序列仅仅与纵向距离相关, 那么信号序列的标准差就可以和纵向距离一一对应, 从而通过计算信号序列的标准差估计信源的纵向距离。如图 4 所示, 距离定位流程包括以下步骤:

步骤 S301, 天线接收到信源信号。

当有车载单元响应路侧单元的信号时, 各接收天线接收车载单元的信号, 计算 RSSI 值。

步骤 S302, 天线将 RSSI 传给控制器。

步骤 S303, 控制器将功率归一化。

控制器接收到各天线计算出的 RSSI 值后, 将 RSSI 转换成功率值, 并进行归一化处理。

步骤 S304, 控制器计算归一化功率的方差。

步骤 S305, 控制器查表确定纵向距离。

控制器将步骤 S304 计算得到的方差与标准差列表中的值进行对比, 即可得到车载单元的纵向距离范围。

图 6 是本发明实施例提供的计算不同纵向距离的标准差的流程图, 如图 6 所示, 计算标准差的步骤如下所示:

步骤 S401, 计算标签与天线的直线距离。

根据 L_n 的计算公式计算标签与天线的直线距离, 其中, 标签假设处于中心轴线即纵坐标上, 纵向距离为 1-12 米, 标签步进间隔为 1 米。根据 L_n

的计算公式计算出的 Ln 如下表所示:

标签距离 (米)	与 R3 的距离	与 R1、R5 的距离	与 R2、R4 距离
1	6.08276253	6.372597587	6.156500629
2	6.32455532	6.603786792	6.395506235
3	6.708203932	6.972087205	6.775138375
4	7.211102551	7.457211275	7.273410479
5	7.810249676	8.038034586	7.867814182
6	8.485281374	8.695401083	8.538296083
7	9.219544457	9.41328848	9.268360157
8	10	10.17889974	10.04502364
9	10.81665383	10.98225842	10.85829176
10	11.66190379	11.81566756	11.70053418
11	12.52996409	12.67320007	12.56592615
12	13.41640786	13.55027675	13.45

步骤 S402, 计算标签与天线中心线的夹角

根据 α_n 的计算公式计算标签与天线中心线的夹角, 计算出的 α_n 的值如下表所示:

标签距离 (米)	与天线 R1、R5 的角度	与天线 R2,R4 的角度
1	17.3554146	8.881192565
2	16.72960979	8.54676396
3	15.8220142	8.064580711
4	14.76844736	7.508807715
5	13.67969344	6.938623867
6	12.62771822	6.391391319
7	11.65062006	5.886090889
8	10.76342369	5.429565057
9	9.967711681	5.021813474
10	9.25822739	4.659497637
11	8.626818667	4.337969903
12	8.064580711	4.05234066

5 步骤 S403, 查询天线方向图得到当前角度下的天线增益。

根据步骤 S402 计算出的角度, 在天线方向图中查找其对应的天线增益。
本发明既适用于定向天线也适用于全向天线。

在本例中使用天线的天线方向图中查找到对应不同角度的天线增益如下表所示:

标签距离 (米)	天线 R1	天线 R2	天线 R3	天线 R4	天线 R5
-------------	-------	-------	-------	-------	-------

1	-3.299293009	3.61351139	15.86802828	1.963864886	-6.598586017
2	-1.963864886	4.241948154	15.86802828	2.670856245	-5.263157895
3	1.806755695	5.655930872	15.86802828	3.61351139	-3.063629222
4	5.027494108	7.227022781	15.86802828	5.34171249	-0.942655145
5	5.655930872	8.562450903	15.86802828	6.991358995	-0.157109191
6	4.320502749	10.05498822	15.86802828	8.483896308	-0.078554595
7	3.063629222	11.23330715	15.86802828	9.66221524	-0.078554595
8	1.963864886	12.0974077	15.86802828	10.84053417	-0.078554595
9	2.199528672	12.64728987	15.86802828	11.39041634	0.235663786
10	3.142183818	13.11861744	15.86802828	12.0974077	1.099764336
11	4.241948154	13.58994501	15.86802828	12.64728987	2.513747054
12	5.655930872	13.8256088	15.86802828	12.96150825	3.61351139

步骤 S404, 计算自由空间衰减。

根据电磁波知识, 波在自由空间传播的衰减与波传播的距离成正比。

如公式 1 所示:

$$D = 32.5 + 20 \cdot \log(f) + 20 \cdot \log(Ln) \quad (\text{dB}) \quad \text{公式 1}$$

- 5 信号从信源发射天线发出到接收天线接收后的这段信道的增益理论上就是由上述接收天线增益和自由空间的衰减决定的。

根据公式 1, 计算自由空间衰减值。其中 f 是设置的频率 5.8GHz, Ln 是步骤 S401 计算出的标签与天线的直线距离。计算结果如下表所示:

标签距离(米)	天线 R1	天线 R2	天线 R3	天线 R4	天线 R5
1	63.85488977	63.55523844	63.45057711	63.55523844	63.85488977
2	64.16442074	63.8860584	63.78915978	63.8860584	64.16442074
3	64.63581608	64.38692326	64.30068501	64.38692326	64.63581608
4	65.22008882	65.00332183	64.92859331	65.00332183	65.22008882
5	65.87155728	65.68564176	65.62185822	65.68564176	65.87155728
6	66.55435225	66.39598409	66.34188484	66.39598409	66.55435225
7	67.24338724	67.1086179	67.06274913	67.1086179	67.24338724
8	67.92257661	67.80757914	67.76855987	67.80757914	67.92257661
9	68.58239305	68.48379001	68.45041849	68.48379001	68.58239305
10	69.21772514	69.13267366	69.10394895	69.13267366	69.21772514
11	69.82628569	69.75244993	69.7275564	69.75244993	69.82628569
12	70.40752318	70.34300556	70.32128492	70.34300556	70.40752318

步骤 S405, 计算天线增益和空间衰减的差值。

标签距离(米)	天线 R1	天线 R2	天线 R3	天线 R4	天线 R5
1	-67.15418277	-59.94172705	-47.58254883	-61.59137355	-70.45347578
2	-66.12828562	-59.64411025	-47.9211315	-61.21520216	-69.42757863

3	-62.82906039	-58.73099239	-48.43265673	-60.77341187	-67.6994453
4	-60.19259471	-57.77629905	-49.06056503	-59.66160934	-66.16274397
5	-60.21562641	-57.12319086	-49.75382994	-58.69428277	-66.02866647
6	-62.2338495	-56.34099587	-50.47385656	-57.91208778	-66.63290685
7	-64.17975801	-55.87531075	-51.19472085	-57.44640266	-67.32194183
8	-65.95871172	-55.71017144	-51.90053159	-56.96704497	-68.0011312
9	-66.38286437	-55.83650014	-52.58239021	-57.09337367	-68.34672926
10	-66.07554132	-56.01405622	-53.23592068	-57.03526596	-68.11796081
11	-65.58433754	-56.16250492	-53.85952812	-57.10516007	-67.31253864
12	-64.75159231	-56.51739676	-54.45325664	-57.38149731	-66.79401179

步骤 S406, 将天线增益和空间衰减的差值由 DB 转化为倍数。

将步骤 S405 计算出的天线增益和空间衰减的差值由分贝 DB 转化为倍数, 其中计算倍数的公式为: $\text{倍数} = 10^{(\text{db}/10)}/1000$, 根据公式换算出的倍数值为:

标签距离	天线 1	天线 2	天线 3	天线 4	天线 5
1	0.000192567	0.001013508	0.017447978	0.000693207	9.0085E-05
2	0.000243877	0.001085398	0.01613938	0.000755927	0.000114089
3	0.000521307	0.001339371	0.014346116	0.000836872	0.000169846
4	0.000956622	0.001668669	0.012414908	0.001081033	0.00024195
5	0.000951563	0.00193946	0.0105832	0.00135074	0.000249536
6	0.000597881	0.002322204	0.008966322	0.001617302	0.000217125
7	0.000381966	0.00258505	0.007595002	0.001800362	0.00018527
8	0.000253588	0.002685238	0.006455752	0.00201046	0.000158448
9	0.000229992	0.002608255	0.005517737	0.001952822	0.000146328
10	0.000246857	0.00250377	0.004746876	0.001979126	0.000154242
11	0.000276418	0.002419633	0.004111944	0.001947529	0.000185672
12	0.000334843	0.002229771	0.003586529	0.00182747	0.000209218

5 步骤 S407, 归一化处理。

由于 OBU (On board Unit, 车载单元) 的发射功率有差别, 先将输出功率的和归一化处理, 以免 OBU 发送功率不同引起标准差变化。

根据归一化功率公式 $P_n(L) = G_n(L) / \sum_{n=1}^N G_n(L)$, 计算归一化功率, 在相同距离上功率值和归一化为 1。其中 $G_n(L)$ 是步骤 S406 计算出的倍数, N 10 是天线个数 5。归一化功率的计算结果如下表所示:

标签距离	天线 1	天线 2	天线 3	天线 4	天线 5
1	0.00990706	0.05214232	0.897652344	0.035663642	0.004634634
2	0.013298528	0.059186291	0.880073605	0.041220374	0.006221202
3	0.030284785	0.077809261	0.833421802	0.048617133	0.00986702

4	0.058461879	0.101977024	0.758709874	0.06606498	0.014786243
5	0.063123994	0.128658365	0.70205982	0.089604297	0.016553524
6	0.04357471	0.169246568	0.653482259	0.117872007	0.015824455
7	0.030441203	0.206018651	0.605292831	0.143481976	0.014765339
8	0.02193007	0.232217018	0.558287659	0.173862808	0.013702445
9	0.021998039	0.24947119	0.527753828	0.18678115	0.013995792
10	0.025631869	0.25997332	0.492881293	0.205498098	0.01601542
11	0.030915098	0.270616259	0.45988746	0.217815295	0.020765888
12	0.04089516	0.272327478	0.438031634	0.223193431	0.025552298

步骤 S408, 计算数据的标准差作为数据集中程度的指示。

根据标准差公式 $\sqrt{S} = \sqrt{\sum_{n=1}^N (Pn(L) - 1/N)^2 / N}$ 计算标准差, 其中 $Pn(L)$ 是

步骤 S407 计算出的归一化功率, N 是天线个数 5。计算出的标准差值如下

5 表所示:

标签距离	标准差
1	0.390477297
2	0.380771336
3	0.354973355
4	0.313863423
5	0.283605604
6	0.260636933
7	0.24008064
8	0.221645446
9	0.209956526
10	0.195998119
11	0.182729379
12	0.17188267

将标准差结果制成 L-S 坐标图, 如图 7 所示, 可以看到曲线是单调递减的, 从图中可以看出当标准差值处于 0.21~0.28 的范围内即纵向距离是 5-8 米时, 可以认为标签处于有效范围内。

图 8 是本发明实施例提供的一种纵向定位装置的结构示意图, 如图 8 所示, 所述装置包括预先设置模块 1、多个接收天线 2、控制器 3, 其中, 预先设置模块 1 包括增益和衰减计算单元 11、功率计算单元 12、标准差计算单元 13, 控制器 3 包括存储单元 31。预先设置模块 1, 用于利用所述多个接收天线关于接收信号的功率序列标准差与所述纵向距离的对应关系, 预

先计算对应于不同纵向距离的功率序列标准差，并建立保存各个纵向距离与所计算的各个功率序列标准差的标准差列表；多个接收天线 2 设置在定位移动物体纵向距离的横向测量线的上方，用于接收所述移动物体发射的无线信号；控制器 3，用于根据所述无线信号计算其功率序列标准差，并通过查找所述标准差列表，得到与所述功率序列标准差对应的纵向距离。增益和衰减计算单元 11 用于计算各个接收天线对应于不同纵向距离的天线增益和空间衰减；功率计算单元 12，用于根据所述各个接收天线的天线增益和空间衰减计算各个接收天线的接收功率；标准差计算单元 13，用于归一化处理所述各个接收天线的接收功率并计算归一化功率序列标准差。

预先设置模块 1 预先计算并存储归一化功率序列的标准差。例如在图 3 中，假设标签处于中心轴线上，步进间隔为 1 米。增益和衰减计算单元 11 首先计算标签到天线 R_n 的直线距离 L_n 以及标签与天线 R_n 中心线的夹角 α_n 。通过夹角 α_n 查找天线方向图得到天线增益 G_n 。设频率 $f=5.8\text{GHz}$ ，通过自由空间衰减公式计算自由空间衰减 D_n 。功率计算单元 12 根据天线增益 G_n 以及 D_n 计算出天线的接收功率 P_n 。标准差计算单元 13 对接收功率序列 P_n 进行归一化处理，再计算出归一化功率序列的标准差，并将标准差制成与偏移量 k 和纵向距离相关的二维表格——标准差列表并存储到控制器的存储单元 31 中。

多个接收天线 2 接收信源信号并将 RSSI 传递给控制器。当有车载单元响应路侧单元的信号时，各接收天线 2 接收车载单元的信号，计算 RSSI 值并将其传给控制器 3。

控制器 3 接收信源射频标签发射的无线信号，并根据该信号确定纵向距离。控制器 3 接收到各天线 2 计算出的 RSSI 值后，将 RSSI 转换成功率值，并进行归一化处理，算归一化功率的方差，并将计算得到的方差与存储单元 31 中的标准差列表中的值进行对比，即得到车载单元的纵向距离范

围。

综上所述，本发明通过找到便于计算的能够表征纵向距离的特征量，将特征量制成表格，通过查表法快速得到结果，解决了测量纵向距离时计算量较大、算法复杂、所需时间较长的问题，具有算法简单、计算量小的有益效果。

尽管上文对本发明进行了详细说明，但是本发明不限于此，本技术领域技术人员可以根据本发明的原理进行各种修改。因此，凡按照本发明原理所作的修改，都应当理解为落入本发明的保护范围。

工业实用性

本发明通过预先计算不同纵向距离对应的标准差，解决了纵向定位计算量较大、算法复杂、所需时间较长的问题。

权利要求书

1、一种纵向定位的方法，该方法包括：

A、在用来定位移动物体纵向距离的横向测量线的上方设置多个接收天线；

5 B、根据所述多个接收天线关于接收信号的功率序列标准差与所述纵向距离的对应关系，预先计算对应于不同纵向距离的功率序列标准差，并建立保存各个纵向距离与所计算的各个功率序列标准差的标准差列表；

C、在对所述移动物体进行纵向定位时，所述多个接收天线接收所述移动物体发射的无线信号，根据所述无线信号计算对应的功率序列标准差，
10 并通过查找所述标准差列表，得到与所述功率序列标准差对应的纵向距离。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，

所述纵向距离是所述移动物体相对于测量线的垂直距离。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其中，步骤 B 包括：

B1、计算各个接收天线对应于不同纵向距离的天线增益和空间衰减；

15 B2、根据所述各个接收天线的天线增益和空间衰减计算各个接收天线的接收功率；

B3、归一化处理所述各个接收天线的接收功率并计算归一化功率序列标准差。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其中，步骤 B 在计算天线增益和空间
20 衰减之前还包括：

B01、建立标准差列表；

B02、将所述不同纵向距离及其对应的已计算出的归一化功率序列标准差保存在所述标准差列表中。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其中，步骤 B1 包括：

25 计算所述各个纵向距离对应的物体与各个接收天线中心线的夹角，并

根据所述夹角查询天线方向图得到各个接收天线对应于不同纵向距离的天线增益。

6、根据权利要求 1-5 任一项所述的方法，其中，步骤 C 包括：

5 C1、在对所述移动物体进行纵向定位时，所述多个接收天线接收所述移动物体发射的无线信号，并计算接收信号强度指示 RSSI；

C2、将所述各个接收天线的 RSSI 转化为功率，并对所述各个接收天线的功率归一化处理，计算归一化功率序列的标准差；

C3、根据所述归一化功率序列的标准差查找所述标准差列表，得到与所述归一化功率序列标准差对应的纵向距离。

10 7、一种纵向定位的装置，该装置包括：

多个接收天线，用于设置在定位移动物体纵向距离的横向测量线的上方，用于接收所述移动物体发射的无线信号；

预先设置模块，用于利用所述多个接收天线关于接收信号的功率序列标准差与所述纵向距离的对应关系，预先计算对应于不同纵向距离的功率序列标准差，并建立保存各个纵向距离与所计算的各个功率序列标准差的标准差列表；

控制器，用于根据所述无线信号计算其功率序列标准差，并通过查找所述标准差列表，得到与所述功率序列标准差对应的纵向距离。

8、根据权利要求 7 所述的装置，其中，所述预先设置模块包括：

20 增益和衰减计算单元，用于计算各个接收天线对应于不同纵向距离的天线增益和空间衰减；

功率计算单元，用于根据所述各个接收天线的天线增益和空间衰减计算各个接收天线的接收功率；

25 标准差计算单元，用于归一化处理所述各个接收天线的接收功率并计算归一化功率序列标准差。

9、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述控制器还包括：

存储单元，用于存储所述不同纵向距离及其对应的已计算出的归一化功率序列标准差。

10、根据权利要求 9 所述的装置，其中，所述预先设置模块还用于计算不同纵向距离对应的物体与各个接收天线中心线的夹角，并根据所述夹角查询天线方向图得到所述各个接收天线的天线增益。

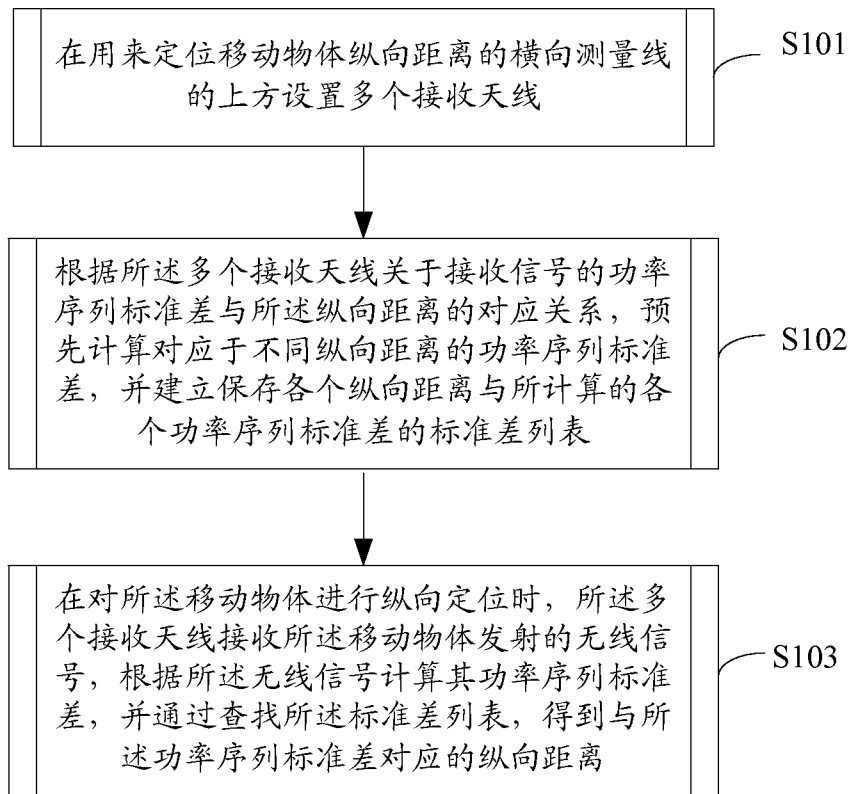


图 1

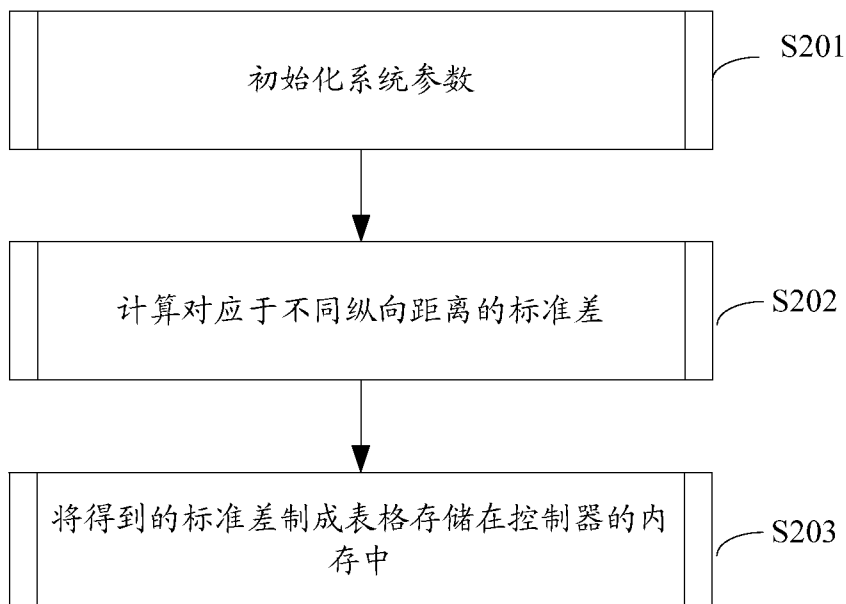


图 2

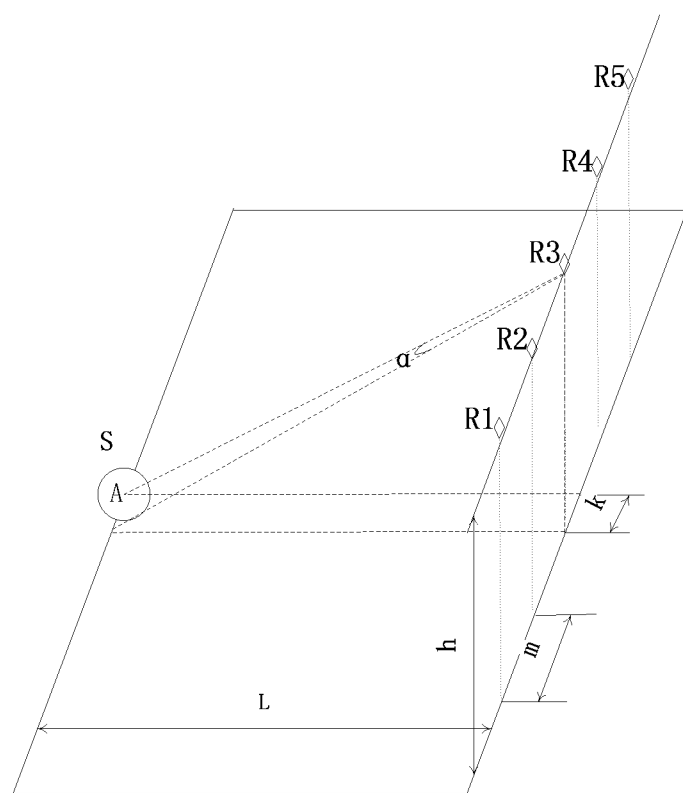


图 3

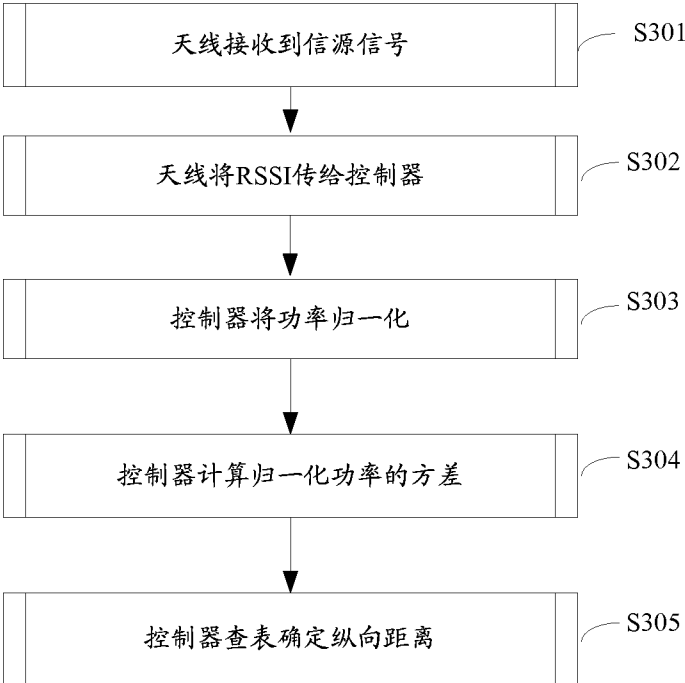


图 4

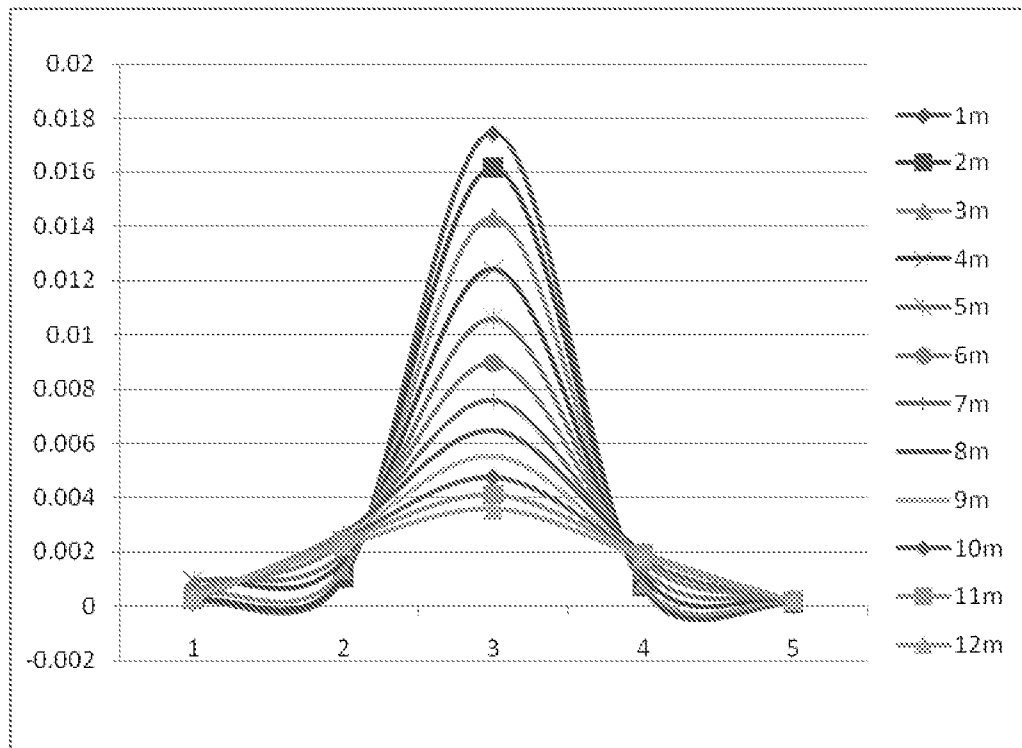


图 5

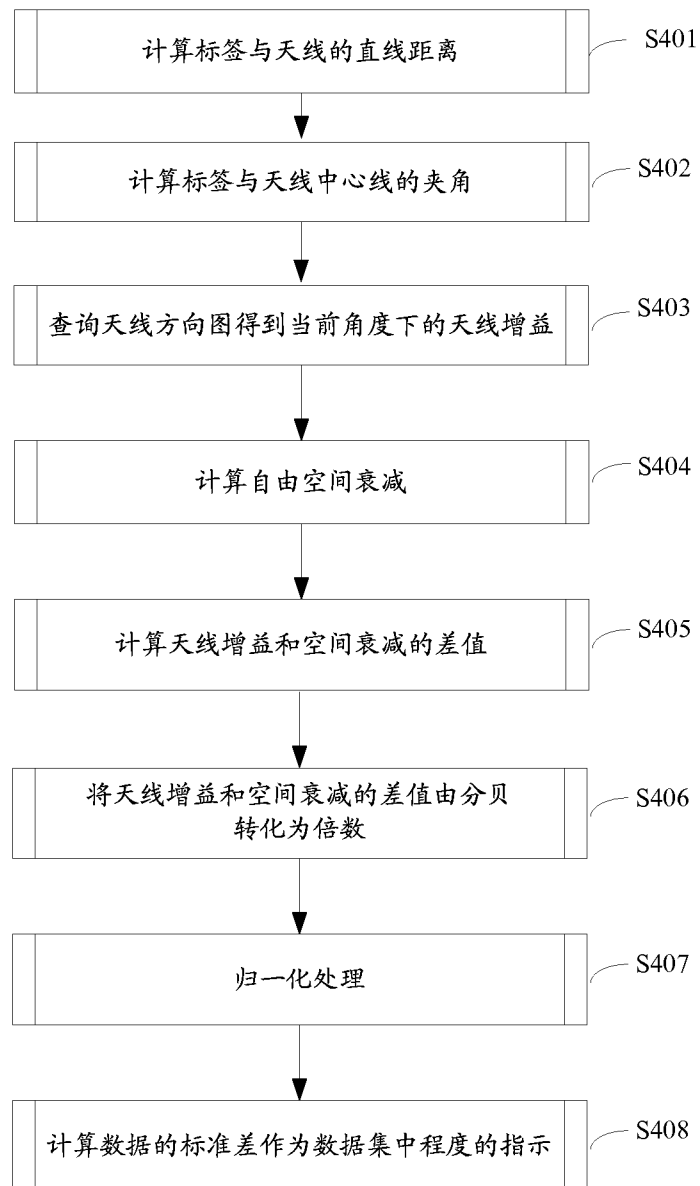


图 6

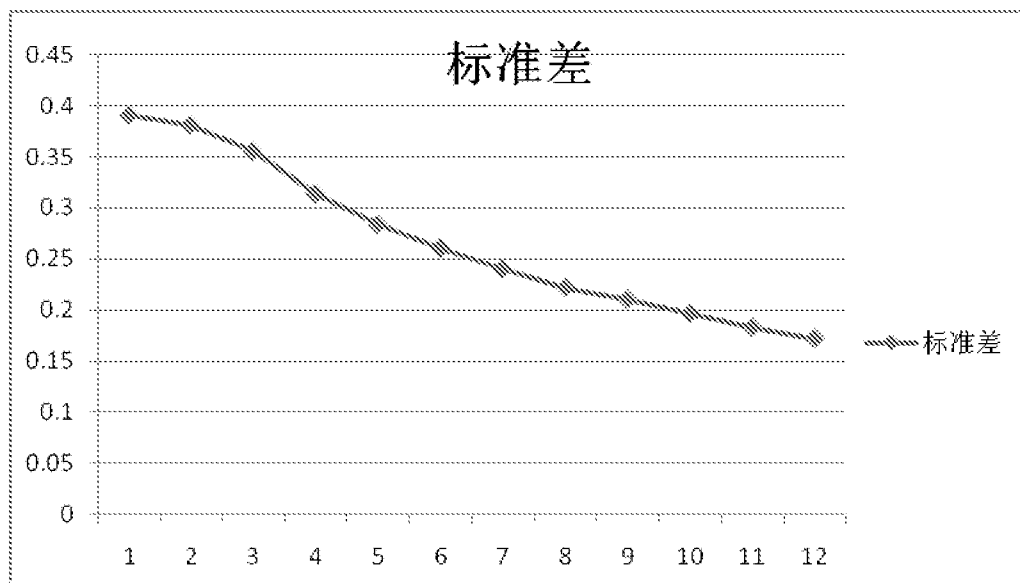


图 7

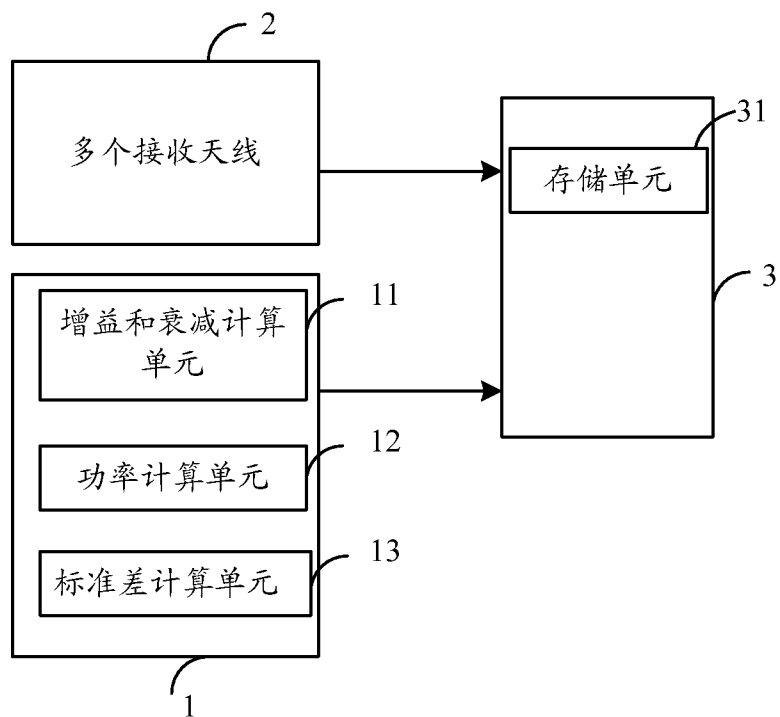


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/082571

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

see the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G07B 15/-, H04B 17/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CPURSABS, DWPI, SIPOABS, JPABS, CNTXT: power, standard, deviation, mean²square, distance, location, site, position, orientation, coordinate, move, motion, signal, normalizing, unification, free, stream, antenna, electronic, charge, fee, identification, distinguish, sidewalk

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN102045122A (BEIJING KUAITONG HIGHWAY ELECTRONIC TOLL) 04 May 2011 (04.05.2011) the whole document	1-10
A	CN1210590A (ERICSSON INC) 10 Mar. 1999 (10.03.1999) the whole document	1-10
A	CN102110315A (ZTE CORP) 29 Jun. 2011 (29.06.2011) the whole document	1-10
A	EP2184716A2 (BOSCH GMBH ROBERT) 12 May 2010 (12.05.2010) the whole document	1-10
A	US6342844B1 (ALEXANDER ROZIN) 29 Jan. 2002 (29.01.2002) the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23 Feb. 2012 (23.02.2012)	Date of mailing of the international search report 12 Apr. 2012 (12.04.2012)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451	Authorized officer LIU, Fang Telephone No. (86-10)62411897

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2011/082571

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN102045122A	04.05.2011	None	
CN1210590A	10.03.1999	WO9728456A1	07.08.1997
		AU1857997A	22.08.1997
		EP0879423A1	25.11.1998
		JP2000504185A	04.04.2000
		KR19990082304A	25.11.1999
		AU727038B2	30.11.2000
		EP0879423B1	01.08.2001
		DE69705931D1	06.09.2001
		US6684071B1	27.01.2004
		KR100444119B	06.11.2004
		JP4049224B2	20.02.2008
		CA2244993A	07.08.1997
CN102110315A	29.06.2011	None	
EP2184716A2	12.05.2010	DE102008043479A1	06.05.2010
US6342844B1	29.01.2002	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/082571

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G07B 15/06 (2011.01) i

H04B 17/00 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2011/082571

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G07B 15/-, H04B 17/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CPRSABS, DWPI, SIPOABS, JPABS, CNTXT: 功率, 标准差, 均方差, 距离, 位置, 定位, 坐标, 移动, 运动, 活动, 信号, 归一, 自由流, 跟车, 天线, 电子, 收费, 识别, 路侧, power, standard, deviation, mean?square, distance, location, site, position, orientation, coordinate, move, motion, signal, normalizing, unification, free, stream, antenna, electronic, charge, fee, identification, distinguish, sidewalk

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN102045122A (北京快通高速路电子收费系统有限公司) 04.5 月 2011 (04.05.2011) 全文	1-10
A	CN1210590A (艾利森公司) 10.3 月 1999 (10.03.1999) 全文	1-10
A	CN102110315A (中兴通讯股份有限公司) 29.6 月 2011 (29.06.2011) 全文	1-10
A	EP2184716A2 (BOSCH GMBH ROBERT) 12.5 月 2010 (12.05.2010) 全文	1-10
A	US6342844B1 (ALEXANDER ROZIN) 29.1 月 2002 (29.01.2002) 全文	1-10

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

23.2 月 2012 (23.02.2012)

国际检索报告邮寄日期

12.4 月 2012 (12.04.2012)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

刘芳

电话号码: (86-10) **62411897**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/082571

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102045122A	04.05.2011	无	
CN1210590A	10.03.1999	WO9728456A1	07.08.1997
		AU1857997A	22.08.1997
		EP0879423A1	25.11.1998
		JP2000504185A	04.04.2000
		KR19990082304A	25.11.1999
		AU727038B2	30.11.2000
		EP0879423B1	01.08.2001
		DE69705931D1	06.09.2001
		US6684071B1	27.01.2004
		KR100444119B	06.11.2004
		JP4049224B2	20.02.2008
		CA2244993A	07.08.1997
CN102110315A	29.06.2011	无	
EP2184716A2	12.05.2010	DE102008043479A1	06.05.2010
US6342844B1	29.01.2002	无	

A. 主题的分类

G07B 15/06 (2011.01) i

H04B 17/00 (2006.01) i